



Pengaruh Rapat Arus Proses *Continuous Hard Anodizing* Elektrolit (H_2SO_4) terhadap Laju Korosi Pipa Aluminium 6061 dengan Pengujian Kabut Garam

Mochamad Muzaki^{1*}, Endi Sutikno², Putu Hadi Setyarini²

¹Politeknik Negeri Malang, Indonesia

²Universitas Brawijaya, Indonesia

* mochamad.muzaki@polinema.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 04/10/2019
Naskah Direvisi 28/12/2019
Naskah Disetujui 31/12/2019
Naskah Online 31/12/2019.

ABSTRAK

Anodizing is an electro-chemical process used to coat metal surfaces with a stable oxide layer. The function of this oxide layer is to increase corrosion resistance and wear resistance. This study aims to analyze the effect of variations in current density in the continuous hard anodizing process carried out in sulfuric acid electrolyte (H_2SO_4) solution on the corrosion rate of aluminum alloy 6061. Corrosion rate testing is carried out through salt fog testing. The value of the current variation used is 1 A / dm²; 2 A / dm²; 3 A / dm²; 4 A / dm²; and 5 A / dm². Statistical tests using the variance analysis method show the current density in the anodizing process has a significant effect on the corrosion resistance of the anodizing workpiece. From the salt fog test results obtained the highest corrosion rate information is the anodizing workpiece with a current density of 1 A / dm², which is equal to 125.6861 mdd, then 2 A / dm² of 104.33333 mdd. The lowest corrosion rate value is obtained at the use of current density 3 A / dm², which is 51.8083 mdd. Meanwhile, the use of current density of 4 A / dm² has a slightly higher corrosion rate than the use of current density of 3 A / dm², which is 86.5444 mdd. Furthermore, the use of current density of 5 A / dm² has the highest decay rate, so that the formed oxide layer will be damaged, as seen from the higher corrosion rate of the material, which is equal to 100.8361 mdd.

Keywords: aluminum, anodizing, current, corrosion

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini terjadi demikian pesat. Salah satu teknologi yang terus berkembang dalam industri permesinan saat ini adalah teknologi pengerasan permukaan logam. Dari sekian banyak metode pengerasan permukaan logam yang sering digunakan, salah satu diantaranya adalah *anodizing*. *Anodizing* merupakan proses elektro kimia yang digunakan untuk melapisi permukaan logam dengan lapisan oksida yang stabil. Proses ini bisa dilakukan pada beberapa logam seperti aluminium, titanium, niobium, zinc, magnesium, ataupun logam yang dapat membentuk lapisan oksida secara alami. Fungsi lapisan oksida ini diantaranya adalah untuk meningkatkan ketahanan korosi, ketahanan aus maupun sifat mekanik logam.

Putra [1] menyatakan bahwa peningkatan rapat arus dari 1A/dm² sampai dengan 3A/dm² mampu meningkatkan kekerasan permukaan aluminium dari 550 HV hingga 769 HV dan ketebalan lapisan oksida pada permukaan aluminium meningkat dari 63,4 μ m hingga 94,8 μ m, tetapi pada densitas arus di atas 3A/dm² kekerasan dan ketebalan lapisan oksida menurun. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi rapat arus sebesar 1A/dm², 2A/dm²,

3A/dm², 4A/dm², 5A/dm²; dengan konsentrasi larutan H_2SO_4 15% dan waktu proses 60 menit.

Ferry [2] menyatakan bahwa rapat arus yang tidak maksimal mengakibatkan kecilnya elektron yang mengalir melalui sistem elektrolisis pada proses *anodizing* yang menyebabkan lapisan oksida semakin tipis, sehingga didapatkan logam aluminium dengan kekerasan yang rendah pula. Pada laporan tersebut disebutkan temperatur elektrolit yang digunakan sebesar 8 – 10 °C. Suhu ini adalah suhu tertinggi yang masih diijinkan untuk melakukan proses *hard anodizing* dengan metode *pulse*. Namun dengan penambahan zat aditif seperti halnya asam oksalat, proses *hard anodizing* dimungkinkan untuk dilakukan pada temperatur 10 – 21 °C [3].

Dalam proses *anodizing* banyak faktor yang memengaruhi kualitas lapisan oksida yang terbentuk, diantaranya adalah rapat arus (*current density*). Standar rapat arus yang digunakan dalam *anodizing* konvensional bervariasi dari 1 sampai dengan 2 A/dm². Pada tipe *hard anodizing* rapat arus yang dipakai lebih tinggi dibanding *anodizing* konvensional, yaitu sebesar 2,5 sampai dengan 3,6 A/dm² [3] dan [4].

Hingga saat ini penerapan *anodizing* masih banyak dilakukan pada logam aluminium. Seperti halnya beberapa

logam yang lain, terkadang logam aluminium digunakan pada lingkungan agresif yang mengandung ion klorida seperti air laut. Pemakaian logam aluminium pada lingkungan seperti ini seringkali mengakibatkan korosi pada logam. Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi kimia dengan lingkungannya [5]. Pada lingkungan laut dengan kadar garam hingga 3,5% atau lingkungan dengan mempunyai kadar ion klorida yang cukup tinggi, logam mengalami kegagalan material akibat korosi yang menyeluruh ke seluruh permukaan logam tergantung dari konsentrasi elektrolit di lingkungan. Korosi lingkungan (*atmospheric corrosion*) harus diperhatikan dalam spesifikasi logam khususnya adanya ion klorida, sehingga diperlukan pemilihan material maupun perlakuan yang tepat untuk mencegah terjadinya korosi yang mengandung ion klorida.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi rapat arus pada proses *continuous hard anodizing* yang dilakukan pada larutan elektrolit asam sulfat (H_2SO_4) terhadap laju korosi paduan aluminium 6061. Pengujian laju korosi dilakukan melalui pengujian kabut garam. Hal ini diharapkan memberikan pengetahuan serta hasil berupa peningkatan mutu bidang rekayasa khususnya pada *anodizing*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Variabel Penelitian

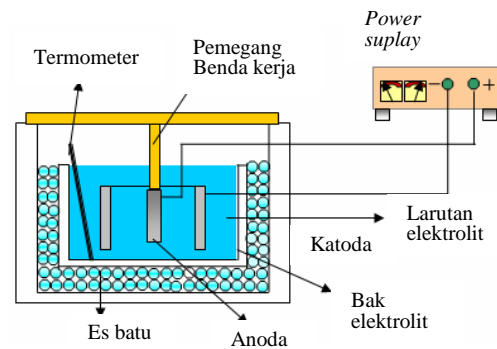
Terdapat tiga variabel penelitian, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel tetap. Variabel bebas adalah variasi rapat arus listrik (*current density*), yaitu 1 A/dm²; 2 A/dm²; 3 A/dm²; 4 A/dm²; dan 5 A/dm². Variasi tersebut dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap laju korosi yang menjadi variabel terikat. Selain dua variabel tersebut, terdapat pula variabel konstan/tetap, yaitu:

- Waktu proses selama 40 menit.
- Temperatur elektrolit 10 OC sampai 12 OC.
- Larutan elektrolit yang digunakan campuran asam sulfat (H_2SO_4) sebesar 15% dan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) sebesar 1%.

2.2 Peralatan

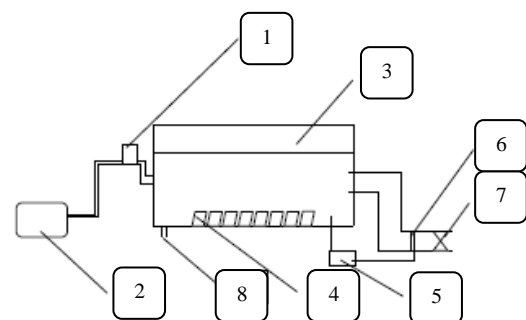
Peralatan yang digunakan meliputi:

- Alat *anodizing*



Gambar 1. Instalasi Pengujian Anodizing

b. Alat Uji kabut garam



Gambar 2. Instalasi Pengujian Kabut Garam

Keterangan:

- Tandon larutan NaCl
- Kompresor
- Chamber
- Rak material
- Thermocouple
- Pemanas
- Kipas
- Saluran pembuangan

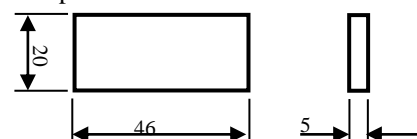
2.3 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Larutan asam sulfat (H_2SO_4)
- Asam oksalat ($H_2C_2O_4$)
- Caustic soda (NaOH)
- Larutan asam nitrat
- Air murni (*destilated water*)
- Es batu
- Garam dapur
- NaCl (5%)
- Kain lap

2.4 Benda kerja

Benda kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah Aluminium 6061 dengan dimensi sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.

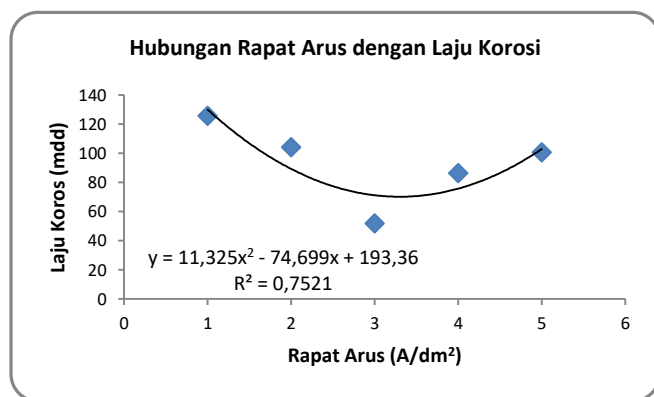


Gambar 3. Dimensi Benda Kerja

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan statistik dengan metode analisis variansi memperlihatkan rapat arus pada proses *anodizing* memiliki pengaruh signifikan terhadap ketahanan korosi dari benda kerja hasil *anodizing*. Dari hasil pengujian kabut garam didapatkan informasi laju korosi tertinggi adalah benda kerja *anodizing* dengan rapat arus 1 A/dm², yaitu sebesar 125,6861 mdd, kemudian 2 A/dm² sebesar 104,3333 mdd. Hal ini terjadi karena penggunaan rapat arus 1 dan 2 A/dm² terlalu kecil untuk membentuk lapisan oksida yang optimal. Sementara itu, untuk proses *continuous hard anodizing* dengan penambahan asam oksalat rapat arus minimal yang direkomendasikan adalah 2,5 A/dm² [3]. Akibatnya lapisan oksida yang terbentuk untuk rapat arus di bawah 2,5 A/dm² akan memiliki kualitas yang kurang baik. Dalam hal ini lapisan yang terbentuk kurang merata dan banyak terdapat pori-pori pada hasil lapisannya, sehingga dengan mengondisikan material pada lingkungan yang korosif akan membuat material mudah untuk terkorosi.

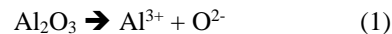
Nilai laju korosi terendah didapatkan pada penggunaan rapat arus 3 A/dm², yaitu sebesar 51,8083 mdd. Turunnya laju korosi ini disebabkan terbentuknya lapisan oksida yang stabil dan kontinyu pada seluruh permukaan logam aluminium yang dapat mencegah terjadinya reaksi korosi lebih lanjut pada proses uji korosi kabut garam. Sementara itu untuk penggunaan rapat arus 4 A/dm² memiliki laju korosi sedikit lebih tinggi dibanding penggunaan rapat arus 3 A/dm², yaitu 86,5444 mdd. Hal ini mengindikasikan bahwa pada penggunaan rapat arus 4 A/dm² terjadi peluruhan yang memiliki laju yang mulai tinggi. Lebih lanjut penggunaan rapat arus 5 A/dm² akan memiliki laju peluruhan tertinggi, sehingga lapisan oksida yang terbentuk akan rusak, terlihat dari laju korosi material yang semakin tinggi, yaitu sebesar 100,8361 mdd. Gambar 4 memperlihatkan grafik hubungan antara rapat arus dengan laju korosi.



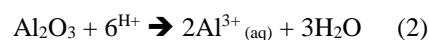
Gambar 4. Grafik Hubungan Rapat Arus dengan Laju Korosi

Kerusakan lapisan oksida pada rapat arus yang relatif tinggi bisa terjadi karena terurainya ikatan Al₂O₃ menjadi ion Al³⁺, O²⁻, maupun H₂O sebagai akibat reaksi peluruhan. Kondisi ini terjadi karena pemberian energi yang terlalu besar melebihi energi ikatan Al-O pada Al₂O₃. Pada daerah *barrier* dan sekitarnya, ikatan Al-O akan semakin meregang sebagai akibat tertariknya ions O²⁻ ke dalam lapisan dan terdorongnya Al³⁺ ke dalam larutan oleh medan listrik.

Peluruhan seperti ini disebut sebagai *field-assisted dissolution*. Pada *field-assisted dissolution* terjadi peluruhan dengan reaksi sebagai berikut:

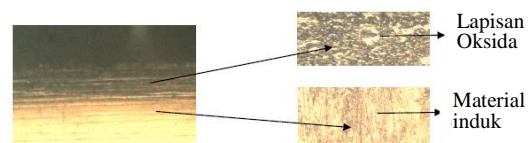


Fenomena ini terjadi karena ketidakrataan permukaan pada permukaan lapisan *barrier* yang mulai terbentuk sehingga menyebabkan arus akan terkonsentrasi pada permukaan lapisan oksida yang tipis (berlubang), hal ini akan mengakibatkan peningkatan temperatur elektrolit secara lokal pada tempat tersebut kemudian terjadilah proses pelarutan/peluruhan. Selain seperti dijelaskan di atas, peluruhan juga dapat terjadi secara kimia yang disebut *Chemical dissolution*. Hal ini merupakan reaksi balik dari reaksi pembentukan lapisan, yaitu ketika lapisan oksida Al₂O₃ bereaksi dengan ion H⁺. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

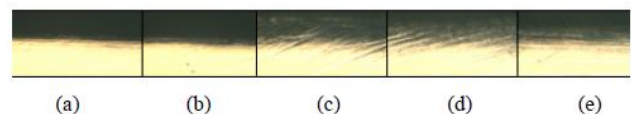


Reaksi peluruhan *Chemical dissolution* terjadi lebih lambat dibanding dengan reaksi peluruhan *field-assisted dissolution*, yaitu sebesar 0,1 nm oksida per menit, sementara *field-assisted dissolution* sebesar 300 nm oksida per menit. Jika kecepatan reaksi peluruhan terlalu besar akan menyebabkan kelarutan lapisan oksida yang terlalu besar, sehingga ketebalan juga akan menurun yang juga akan menurunkan ketahanan korosi material.

Gambar 5 memperlihatkan lapisan oksida yang terbentuk pada benda kerja *anodizing*. Sedangkan Gambar 6 memperlihatkan perbandingan ketebalan lapisan oksida yang terbentuk akibat variasi rapat arus.



Gambar 5. Lapisan Oksida yang Terbentuk Hasil Proses *Anodizing*



Gambar 6. Perbandingan lapisan oksida variasi rapat arus

Keterangan:

- (a) *Anodizing* rapat arus 1 A/dm²
- (b) *Anodizing* rapat arus 2 A/dm²
- (c) *Anodizing* rapat arus 3 A/dm²
- (d) *Anodizing* rapat arus 4 A/dm²
- (e) *Anodizing* rapat arus 5 A/dm²

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan tentang hubungan antara rapat arus dengan laju korosi pada proses *hard continuous anodizing* dengan larutan elektrolit asam sulfat (H₂SO₄) dengan pengujian korosi kabut garam. Peningkatan rapat arus dari 1 sampai 3 A/dm² akan diikuti

penurunan laju korosi, namun pada rapat arus di atas 3 A/dm² laju korosi akan kembali meningkat akibat besarnya reaksi peluruhan. Nilai laju korosi untuk rapat arus 1; 2; 3; 4 dan 5 A/dm² berturut-turut adalah 125,6861; 104,3333; 51,8083; 86,5444 dan 100,8361 mdd.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, S. 2008. Pengaruh Densitas Arus Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan Oksida pada Permukaan Aluminium 6063 Hasil *Hard Anodizing*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- [2] Ferry, Bayu Novianto. 2007. Pengaruh Proses Pelapisan *Pulse Hard Anodizing* Dengan Variasi *Pulse Frequency* Terhadap Karakteristik Korosi Al 6061. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- [3] Murphy, M. 2005. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=sdataarticle.pdf (diakses 10 Desember 2009)
- [4] Gazzapo, J. L. 1994. Anodizing of Aluminium. Talat (?) lecture 5203. European Aluminium Association. <http://www.bygg.ntnu.no.com.pdf>. (Accessed November 2009).
- [5] Chamberlain, J dan K.R Trethewey.1991. Korosi Untuk Mahasiswa Dan Rekayasawan. Jakarta: Gramedia